

## **EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRITIVO DE *HIBISCUS ELATUS* SW. (MAJAGUA) AL FINAL DEL CULTIVO EN VIVERO**

DRA. MILAGROS COBAS LÓPEZ, DR. EDUARDO GONZÁLEZ IZQUIERDO, DR. ROGELIO SOTOLONGO SOOSPEDRA, DRA. IRIS CASTILLO MARTÍNEZ, M.Sc. ILYA GARCÍA CORONA Y M.Sc. MARIBEL MEDINA MALAGÓN

Centro de Estudios Forestales, Universidad de Pinar del Río.  
Calle Martí 270 esq. a 27 de Noviembre, Pinar del Río, Cuba, CP 20100, mcobas@af.upr.edu.cu

---

### **RESUMEN**

*Se realiza un estudio del estado nutritivo de la planta de Hibiscus elatus cultivada en vivero con la utilización de diferentes tipos de sustratos orgánicos y sin aportaciones de fertilizantes. Se utilizaron envases de polipropileno (tubetes plásticos) y las semillas recién cosechadas procedentes de una masa semillera en Pinar del Río. A partir del conocimiento del estado nutritivo de la planta se realizó una evaluación de su estado fisiológico al final del cultivo en el vivero, y se relacionó con su morfología. Se analizan también atributos de la morfología del sistema radical y realizó la caracterización química y física de los sustratos, y se tuvo en cuenta la importancia que tienen en este tipo de análisis. Los datos obtenidos fueron procesados con el paquete estadístico SPSS para Windows. Finalmente se determinó que la forma de cultivo influyó en la concentración de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en el tejido vegetal.*

Palabras claves: vivero, *Hibiscus elatus*, fisiología, suelo.

### **INTRODUCCIÓN**

El estado nutritivo final de la planta es un atributo fisiológico de calidad

### **ABSTRACT**

*It was determined the effect of different organic substratum without contribution of fertilizer, over the physiological conditions of Hibiscus elatus plants cultivated in nursery. Were utilized plastics containers of polypropylene and seeds from a checking seed orchard in Pinar del Río. The substratums were characterized from a viewpoint physics and chemistry. Were evaluated, from de knowledge of nutritious conditions, the plants physiological state at the end of the cultivation and the relation with its morphology. Was found that the form of cultivation had a marker influence in the concentration of Nitrogen, Phosphorus, Calcium and Magnesium in the plant tissue.*

Key word: nursery, substratum, *Hibiscus elatus*, physiology.

relacionado con el vigor y la resistencia postrasplante [Oliet, 1995]. Ha

quedado demostrado que la nutrición afecta de manera determinante la resistencia de las plantas al estrés y las enfermedades, así como los procesos fisiológicos; sin embargo, Domínguez *et al.* (1997) destacan el poco conocimiento que actualmente todavía existe sobre las necesidades nutritivas de las plantas forestales, y cómo esta se explica de forma empírica o copiando de los cultivos agronómicos y hortícolas, lo que se traduce en una sobreutilización de fertilizantes, y por tanto en un incremento del costo y de la contaminación ambiental. En el mundo, y en Cuba en particular, se han realizado estudios con diferentes aportes de NPK en algunas especies. En todos ellos se destaca la importancia del estudio particular para cada una de ellas, que en la actualidad es poco en especies forestales.

Los estudios, siguiendo esta línea, en especies como la majagua son importantes y no se conocen investigaciones en Cuba donde se haya estudiado su estado nutritivo al final del cultivo, con sustratos basados en materias orgánicas naturales, como la turba, las cortezas, la cáscara de arroz, sin ninguna aplicación de fertilizantes. Harewood *et al.* (1988) reportan resultados beneficiosos en el cultivo de posturas en vivero de diversas especies forestales, incluyendo la majagua utilizando envases biodegradables confeccionados a base de turba y papel de desecho como fuente de celulosa en diferentes proporciones con la mezcla: suelo, cachaza, turba y arena.

La cantidad de nutrientes es también un factor de primera importancia en

la adaptabilidad del medio a la producción de plantas. Las plantas mejor nutridas tienden a sobrevivir y crecer más, incluso bajo condiciones fuertes de estrés hídrico [Villar *et al.*, 1997; Van den Driessche, 1992].

El objetivo del trabajo es evaluar el comportamiento de la fisiología de la planta a partir del análisis de su estado nutritivo al final del cultivo, teniendo en cuenta fundamentalmente la presencia de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en el vegetal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El objetivo fue estudiar la influencia de cuatro formulaciones distintas de sustrato en la morfología de las plantas a partir de la caracterización de su estado nutritivo al final del cultivo.

Se trabajó con semillas que no alcanzaban el año de haberse cosechado. Se utilizaron tubetes plásticos de 100 cm<sup>3</sup> de capacidad. Para su llenado se emplearon cuatro tipos de sustratos:

1. Corteza de pino compostada de la especie *Pinus caribaea* var. *caribaea* 25%, estiércol de caballo 25%, y compost 50% (Cp25-Ec25-C50).
2. Corteza de *Pinus caribaea* var. *caribaea* compostada 25%, turba 25%, estiércol vacuno 50% (Cp25-Tb25-Ev50).
3. Compost 60%, estiércol vacuno 20%, cáscara de arroz carbonizada 20% (C60-Ev20-Ca20).
4. Corteza de *Pinus caribaea* var. *caribaea* sin compostar 30%, compost 50%, estiércol vacuno 20% (Cp30-C50-Ev20).

El compost a que se hace alusión fue elaborado en un organopónico con restos de cosechas vegetales.

Se realizó la caracterización química y física de los sustratos teniendo en cuenta la importancia que tienen [Ansorena, 1994].

La caracterización física consideró la densidad real, determinada a partir de una variante del método del picnómetro con agua para suelos, que es la que puede dar mejores resultados, según Terés *et al.* (1994), citado por Ansorena (1994). La densidad aparente fue calculada por el método del cilindro metálico. Se determinó además la porosidad, para la cual se empleó la fórmula:

$$P(\%) = \left( \frac{1 - da}{dr} \right) \times 100 \quad (1)$$

donde:

*da*: Densidad aparente, (g/cm<sup>3</sup>)

*dr*: Densidad real (g/cm<sup>3</sup>)

Se utilizó un diseño completamente al azar con un total de cuatro tratamientos que relacionan los cuatro tipos de sustratos: 1) Cp25-Ec25-C50-Rd; 2) Cp25-Tb25-Ev50-Rd; 3) C60-Ev20-Ca20-Rd; 4) Cp30-C50-Ev20-Rd. No se realizó ninguna aportación de nutrientes. Las plantas fueron regadas diariamente.

Al finalizar el cultivo, a los cuatro meses se midieron los siguientes atributos morfológicos a un total de 20 plantas por tratamiento: altura (*L*), diámetro en el cuello de la raíz (*DCR*), peso seco aéreo (*PSA*), peso seco radical (*PSR*) y peso seco total (*PST*). Se determinó el área foliar por el método planimétrico, que tiene

como base el trazado de la silueta de la hoja sobre un papel, y mediante un planímetro calcular el área de la hoja. Este método es muy exacto según Hammer (1980) y Arias *et al.* (1983), citados por Fernández y Arias (1989). También se calcularon los siguientes índices morfológicos: relación parte aérea, parte radical en peso (*PSA-PSR*), esbeltez o relación altura diámetro (*L-D*), balance de agua en la planta (*BAP*), según la ecuación:

$$BAP = \frac{PSA}{Diam \times PSR} \quad (2)$$

donde:

*BAP*: Balance hídrico de la planta

*PSA*: Peso seco aéreo (g)

*Diam*: Diámetro en el cuello de la raíz (cm)

*PSR*: Peso seco radical (g)

Se determinó también el índice de calidad de Dickson (*QI*), para lo cual se utilizó la fórmula:

$$QI = \frac{PT}{\frac{Long}{Diam} + \frac{PSA}{PSR}} \quad (3)$$

donde:

*PT*: Peso seco total (g)

*Long*: Altura de la planta en vivero (cm)

*Diam*: Diámetro del cuello de la raíz (mm)

*PSA*: Peso seco aéreo (g)

*PSR*: Peso seco radical (g)

Se analizaron además el largo de la raíz (cm) y cantidad de raíces primarias y secundarias.

Para el estudio del estado nutritivo de la planta se tomaron 15 muestras

por tratamiento. A las plantas utilizadas para este análisis se les separaron la parte aérea y radical; luego de troceadas fueron secadas en estufa a una temperatura de 70°C durante 24 h y molidas posteriormente.

Esas muestras fueron analizadas en el Laboratorio Provincial de Suelos en Pinar del Río, y se determinó la concentración en hojas y raíces de los elementos: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg).

Finalmente, y con los datos obtenidos, se realizó la comparación de los atributos morfológicos de calidad mediante la prueba de comparaciones múltiples S.N.K. En relación con el estudio de los nutrientes se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y la prueba de S.N.K para determinar la diferencia significativa, todo esto utilizando el paquete estadístico SPSS para Windows.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de los resultados en la caracterización de la planta a través del

estado nutritivo fue preciso relacionarlo con la caracterización de los sustratos analizados. En relación con la caracterización química, los valores de pH, MO, cenizas y la relación C-N (*Tabla 1*) se encuentran muy próximos a los valores recomendados por Anzorena (1994).

Los valores de materia orgánica, en todos los casos de los sustratos en que se empleó la corteza de pino (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> y S<sub>4</sub>), oscilan entre 76,6 y 91,5%. Estos resultados difieren de los obtenidos por Castillo (2007), quien utilizó la corteza de eucalipto semicompostada para el cultivo de *Eucalyptus grandis* y obtuvo valores de materia orgánica entre 70,5 y 85, 8%.

Observando la caracterización física (*Tabla 2*), se le confiere especial atención en estos casos a las densidades aparente y real, así como a la porosidad y tamaño de las partículas. Anzorena (1994) sugiere valores menores de 0,40 para la densidad aparente, entre 1,45 y 2,65 para la real, y un porcentaje de porosidad mayor al 85%.

**TABLA 1**  
**Caracterización química de los sustratos en porciento por gramo de materia seca**

S	pH H <sub>2</sub> O	H (%)	Cenizas (%)	M.O. (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C (%)	C/N
1	6,50	2,88	8,50	91,50	3,82	1,28	2,50	1,24	0,69	60,17	15,75
2	7,40	10,98	19,41	80,58	3,90	1,27	4,10	0,44	0,13	75,20	19,28
3	6,70	10,49	11,55	88,45	3,20	0,90	4,20	0,33	Traza	60,30	18,84
4	7,80	11,63	23,37	76,63	3,80	1,17	3,72	0,56	0,19	72,70	19,13

S: Sustratos 1 (Cp25-Ec25-C50); 2 (Cp25-Tb25-Ev50); 3 (C60-Ev20-Ca20); 4 (Cp30-C50-Ev20).

**TABLA 2**  
**Caracterización física de los sustratos**

Sustrato	da (g/cm <sup>3</sup> )	dr (g/cm <sup>3</sup> )	Porosidad (%)	Textura (diámetro de las fracciones) (%)		
				2,00-0,02	0,02-0,002	< 0,002
1	0,63	4,81	87,60	91,10	0,40	8,50
2	0,48	1,88	74,50	85,10	2,00	12,90
3	0,63	2,32	72,70	85,10	2,00	12,90
4	0,50	2,27	77,50	83,10	3,10	13,80

S: Sustratos 1 (Cp25-Ec25-C50); 2 (Cp25-Tb25-Ev50); 3 (C60-Ev20-Ca20); 4 (Cp30-C50-Ev20).

Atendiendo al tamaño de las partículas, en todas el por ciento de fracciones con diámetro mayor (2-0,02) es el que tiene un porcentaje más elevado dentro de las mezclas. Andino (2000) le concede especial importancia al tamaño de las partículas del sustrato, ya que esta es similar a la textura del suelo y está determinada por las cantidades relativas y el tamaño de los componentes del sustrato, por lo que su distribución de la talla de las partículas determina muchas características importantes para el desarrollo de las plantas, tales como la aireación, la capacidad de retener el agua y el drenaje y la capilaridad.

Taiz y Zieger (1998) afirman que las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo también influyen sobre las dimensiones del sistema radical.

La cantidad de nutrientes es también un factor de primera importancia en la adaptabilidad del medio a la producción de plantas. Las plantas mejor nutridas tienden a sobrevivir y crecer más, incluso bajo condiciones fuertes de estrés hídrico [Villar *et al.*, 1997; Van den Driessche, 1992]. En la *Tabla 3* se presentan los resultados de las concentraciones de macronutrientes en tejido aéreo y radical de la majagua.

**TABLA 3**  
**Resultados del análisis de nutrientes en por ciento por gramo de materia seca en parte aérea (PA) y parte radical (PR) a las dieciocho semanas de cultivo**

Tratamiento	N		P		K		Ca		Mg	
	PA	PR	PA	PR	PA	PR	PA	PR	PA	PR
S <sub>1</sub>	2,00c	1,62b	0,98b	0,34bc	1,40c	0,73c	2,21a	3,51a	0,77c	3,36a
S <sub>2</sub>	2,69a	1,80a	0,90c	0,40c	2,70a	1,36b	1,68b	0,56d	0,63d	1,19c
S <sub>3</sub>	2,68b	1,63b	0,90c	0,49b	2,70a	1,46a	1,67c	0,71c	0,84b	1,32b
S <sub>4</sub>	2,53b	1,46c	1,05 <sup>a</sup>	0,55a	2,22b	1,46a	1,35d	0,80b	1,00a	0,96d

S: Sustratos 1 (Cp25-Ec25-C50); 2 (Cp25-Tb25-Ev50); 3 (C60-Ev20-Ca20); 4 (Cp30-C50-Ev20).

En una misma fila valores seguidos de distinta letra difieren con un grado de significación  $p < 5$  (n = 15). Prueba S-N-K.

Como puede observarse, las menores concentraciones se manifiestan para la gran mayoría de los elementos en las raíces, a excepción del magnesio (Mg) en los tratamientos S<sub>1</sub>Rd, S<sub>2</sub>Rd y S<sub>3</sub>Rd, en que la concentración es mayor en las raíces que en las hojas.

La composición mineral foliar es muy importante, ya que aporta información muy valiosa sobre el contenido de elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas y para su sobrevivencia ante un estrés [Cairo y Fundora, 2002].

Si se tiene en cuenta que en todos los tratamientos los componentes inorgánicos se encuentran en mayor abundancia en las hojas, entonces esto se corresponde con lo planteado por Saldia y Falcón (1999), quienes afirman que en las plantas la mayor abundancia de nutrientes corresponde a las hojas, decreciendo estos contenidos en la corteza, raíces, ramas y el fuste del árbol. Estos autores investigaron la composición mineral foliar de *Swietenia macrophylla* y observaron una mayor abundancia de nitrógeno, fósforo y calcio. Sus resultados difieren de los obtenidos en este ensayo, solamente que en el caso de la majagua, en vez del fósforo resultó ser el potasio el otro más abundante. Es preciso aclarar que los autores citados estudiaron las plantas cultivadas en un vivero tradicional, por lo que el sustrato estudiado fue el suelo.

Estadísticamente existe una marcada diferencia entre sustratos en los niveles foliares y radicales de N, P, K, Ca, Mg.

Los valores de N al final del cultivo fueron significativamente superior

res en las plantas cultivadas en el sustrato 2. Relacionando esto con la caracterización morfológica de la planta, evidencian la influencia de este macronutriente en el crecimiento, ya que en este caso alcanzaron mayor altura, diámetro y biomasa (Tabla 4).

A tales efectos, Villar *et al.* (1997) demostraron que las plantas de *Pinus pinea* más grandes y mejores nutridas producidas en vivero son las que mejor desarrollo presentan en el campo. También Oliet (1997) confirmó que en repoblaciones de *Pinus halepensis* realizadas en el semiárido almeriense las plantas más grandes fueron las que mayor porcentaje de supervivencia presentaron.

Los valores de fósforo fueron superiores en las plantas del sustrato 4, que sin embargo no es el que mejor sistema radical presenta. Esto se contradice con lo corroborado por otros autores como Landis (1989), quien destaca el efecto de este elemento en el desarrollo radical (Tabla 5).

Los tratamientos (S<sub>2</sub> y S<sub>3</sub>) son los que mejor morfología presentan en la raíz. Una explicación de lo anterior es que el potasio se encuentra en cantidades mayores en relación con S<sub>1</sub> y S<sub>4</sub>. Este macronutriente primario, muy móvil y catalítico, es un elemento importante en el mantenimiento del régimen hídrico de las plantas, facilitando su presencia en los tejidos un mayor alargamiento celular, pues en los lugares donde es mayor su concentración más posibilidad existe de absorción de agua, la que favorece las funciones vegetativas de la planta, su creci-

miento y supervivencia ante el estrés hídrico [Taiz y Zieger, 1998], esto unido a que  $S_2$  y  $S_3$  son los sustratos que tienen una mayor concentración de nitrógeno en sus órganos, el que provoca el mayor desarrollo de las plantas.

Los valores de calcio favorecen a las plantas cultivadas en el sustrato 1, mientras que la concentración de nitrógeno es diferente significativamente tanto para la raíz como para la parte aérea.

**TABLA 4**  
**Atributos e índices morfológicos a las dieciocho semanas de cultivo**

<i>Atributos e índices</i>	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
L (cm)	12,51 b	15,27a	12,30b	7,87c
DCR (cm)	0,30b	0,35a	0,32b	0,22c
PSA (g)	0,37b	0,62a	0,41b	0,20c
PSR (g)	0,31b	0,50a	0,34b	0,21c
PST (g)	0,69b	1,13a	0,76b	0,41c
AF (cm <sup>2</sup> )	31,58c	43,27a	37,16b	21,60d
PSA/PSR	1,19a	1,24a	1,20a	1,07a
L-D	4,20a	3,79ab	3,68ab	3,50b
BAP	4,03b	3,50b	3,62b	4,83a
QI	0,13b	0,22a	0,15b	0,09c

S: Sustratos 1 (Cp25-Ec25-C50); 2 ( Cp25-Tb25-Ev50) 3 (C60-Ev20-Ca20); 4 (Cp30-C50-Ev20).

En una misma fila valores seguidos de distinta letra difieren con un grado de significación  $p < 5$  ( $n = 15$ ). Prueba S-N-K.

**TABLA 5**  
**Morfología del sistema radical a las dieciocho semanas de cultivo**

<i>Tratamientos</i>	<i>Largo de la raíz (cm)</i>	<i>Número de raíces primarias</i>	<i>Número de raíces secundarias</i>
$S_1$	13,57a	10,00b	22,00c
$S_2$	14,09a	11,00a	28,05a
$S_3$	14,02b	11,10a	26,10b
$S_4$	12,79c	9,30b	21,20c

S: Sustratos 1 (Cp25-Ec25-C50); 2 (Cp25-Tb25-Ev50) 3 (C60-Ev20-Ca20); 4 (Cp30-C50-Ev20).

En una misma fila valores seguidos por letras iguales no difieren para  $p < 5\%$ .

El estado nutritivo es un atributo difícil de analizar, porque los valores de referencia que existen para las especies forestales producidas en viveros son pocas; sin embargo, de modo general las hojas de las plantas presentaron un color verde intenso que se puede interpretar como un buen estado nutritivo.

La relación entre concentración nutricional y crecimiento se explica por el efecto de cada nutriente esencial en muchos procesos fisiológicos, una de cuyas manifestaciones más evidentes es el crecimiento. El viverista no persigue tanto la producción máxima de biomasa como su distribución equilibrada entre parte aérea-parte radical, la concentración de reserva y la capacidad de arraigo. Si se observa la *Tabla 6*, donde aparecen los coeficientes de determina-

ción, se observa que las concentraciones de potasio no tuvieron una relación directa con el comportamiento de los parámetros morfológicos evaluados en la planta, mientras que el nitrógeno manifestó una mayor incidencia en la altura y en el peso seco aéreo.

La concentración de fósforo, tanto en la parte aérea como en la radical, ha influido directamente sobre la morfología de la planta, y la concentración de magnesio influyó más sobre los atributos morfológicos que el calcio, lo que puede deberse a la influencia del magnesio como componente fundamental de la molécula de clorofila y por ende su participación en la fotosíntesis.

Obsérvese en la *Tabla 6* el buen comportamiento de la relación PSA-PSR en el caso de todos los sustratos.

**TABLA 6**  
**Coefficientes de determinación ( $R^2$ ) de las regresiones lineales entre aportes de nutrientes y morfología para un nivel de significación  $p < 0,05$**

	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Peso seco aéreo (g)	Peso seco radical (g)	Peso seco total (g)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
NPA	0,026	0,135	0,264	0,255	0,260	
NPR	0,895	0,754	0,821	0,682	0,778	0,663
PPA	0,817	0,730	0,650	0,524	0,612	0,643
PPR	0,821	0,677	0,758	0,623	0,712	0,576
KPA	0,119	0,242	0,352	0,331	0,346	0,281
KPR	0,322	0,126	0,003	0,040	0,013	0,042
CaPA	0,602	0,375	0,199	0,131	0,181	0,265
CaPR	0,179	0,001	0,166	0,178	0,167	0,074
MgPA	0,887	0,751	0,802	0,664	0,760	0,631
MgPR	0,329	0,123	0,067	0,106	0,565	0,027

Un adecuado estado nutritivo de las plantas puede mejorar su capacidad de adaptación postrasplante [Landis, 1989; Van der Driessche, 1991; Oliet *et al.*, 1999], por lo que para optimizar los atributos de calidad sería impor-

tante realizar en el futuro ensayos que permitieran ajustar la dosis y frecuencia de fertilización de los nutrientes NPK en Majagua.

De momento, este estudio servirá como punto de referencia para el ini-

cio de una base de datos sobre necesidades nutritivas de las especies forestales cubanas en vivero.

## CONCLUSIONES

- Los valores de nitrógeno al final del cultivo fueron significativamente superiores en las plantas de *Hibiscus elatus* cultivadas en el sustrato 2 (Cp25-Tb25-Ev50), coincidiendo esto con el mejor comportamiento en su morfología al final del cultivo.
- Para los sustratos estudiados la concentración de los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio fue significativamente superior en la parte aérea de las plantas en relación con la parte radical.
- El análisis de regresión arrojó valores altamente significativos en las concentraciones de fósforo, tanto en la parte aérea como en la radical con relación al resto de los nutrientes, lo que influyó directamente sobre la morfología de la planta.
- El fósforo no fue el elemento que más influyó en el desarrollo de la morfología del sistema radical, lo que se evidenció en los resultados en el tratamiento 4 (Cp30-C50-Ev20).

## BIBLIOGRAFÍA

- ANDINO, V.: «Efecto de diferentes tipos de sustratos en semilleros en bandejas para la producción de plántulas de tabaco», Memorias del II Evento Internacional del Tabaco., Pinar del Río, Cuba, 2000.
- ANSORENA, J.: *Sustratos. Propiedades y caracterización*, Ediciones Mundi Prensa, España, 1994.
- CAIRO, P.; O. FUNDORA: *Edafología*, Ed Félix Varela, 2.ª ed., La Habana, 1994.
- CASTILLO, IRIS: «Efectos de diferentes sustratos y del endurecimiento por riego en la calidad de las plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en contenedores en Cuba», Tesis en opción al grado científico de Doctora en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, Cuba, 2007.
- DOMÍNGUEZ, S.; J. OLIET; P. RUIZ; I. CARRASCO; J. L. PEÑUELAS; R. SERRADA: «Influencia de la relación N. P. K. en el desarrollo en vivero y en campo de plantas de *Pinus pinea*», II Congreso Forestal Español, España, 1997.
- FERNÁNDEZ, M.; E. ARIAS: «Estimación del área foliar en plantas de cultivo». Parte II. *Boletín de Reseñas*. Suelo y Agroquímica, CIDA, La Habana, 1989.
- HAREWOOD, C.; L. F. MARTÍNEZ; L. N. VARGAS; R. GONZÁLEZ; P. ALFONSO: «Obtención de envases biodegradables con materias primas nacionales para la producción de posturas de árboles forestales en vivero». *Información Express*, vol 8, 2 (16), 1988.
- LANDIS, T. D.: «Mineral Nutrients and Fertilization», *The Container Nursery Manual*, vol. 4. Agriculture Handbook 674, Forest Service, US. Department of Agricultural, 1989.
- OLIET, J. A.: «Influencia de la fertilización en vivero sobre la calidad de la planta y la supervivencia en campo de varias especies forestales», tesis doctoral, Departamento de Ingeniería Rural, ETSIAM, Universidad de Córdoba, España, 1995.
- : *La calidad de la postura forestal en vivero*, Editorial Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de Córdoba, España, 1997.
- OLIET, J.; M. L. SEGURA; F. MARTÍN; E. BLANCO; R. SERRADA; M. LÓPEZ; F. ARTERO: «Los fertilizantes de liberación controlada lenta aplicados a la producción de planta forestal de vivero. Efecto de la dosis y formulaciones sobre la calidad de *Pinus halapensis* Mill», *Revista Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales* 8 (1) 207-228, 1999.
- SALDIA, A.; O. FALCÓN: «Estudio de la composición mineral foliar de tres especies del género *Swietenia* para el diseño del medio de cultivo idóneo», Universidad de Pinar del Río, Cuba, 1999.

- TAIZ, L.; E. ZEIGER: «Mineral Nutrition», *Plant Physiology*, EE.UU., 1998.
- VAN DER DRIESSCHE, R.: «Effects of Nutrients on Stock Performance in the Forest», *Mineral Nutrition in Conifer Seedlings*, CRC. Press, 1991.
- : «Changes in Drought Resistance and Root Growth Capacity of Container Seedlings in Response to Nursery Drought, Nitrogen and Potassium Treatments», *Canadian Journal Forest Research* (22) 740-749, 1992.
- VILLAR, P.; S. DOMÍNGUEZ; J. L. PEÑUELAS; I. CARRASCO; N. HERRERO; J. L. NICOLÉS; L. OCAÑA: «Plantas grandes y mejor nutridas de *Pinus pinea* L. tienen mejor desarrollo en el campo», I Congreso Forestal Español, España, 1997.
- VILLAR, P.; J. L. PEÑUELAS; I. CARRASCO; S. DOMÍNGUEZ; I. RENILLA: «Relaciones hídricas y potencial de formación de raíces en plántulas de *Pinus halepensis* Mill sometidas a diferentes niveles de endurecimiento por estrés hídrico», SECF, Madrid, 1997.